

前 言

营养学是探讨食物与人体健康之间复杂关系的科学领域，而临床营养学则是将这些知识应用于疾病预防、管理和治疗的关键学科。在现代医学中，营养不仅被视为维持生命和健康的基础要素，还被赋予了更深远的治疗意义。随着慢性病、代谢综合征、癌症和老年病等健康问题的日益突出，营养管理正成为医学实践中不可或缺的一部分。

本教材旨在为医学生、营养学专业的学生及临床医生提供一个全面而系统的临床营养学知识框架。我们不仅注重基本理论的阐述，更强调这些理论在临床实践中的具体应用。本教材涵盖了从基本营养素的代谢机制，到针对不同疾病状态的营养治疗策略，内容涉及临床营养评估、营养支持、特殊人群的营养管理等各个方面。在本教材中，我们还探讨了肠道微生物群与营养、个体化营养等临床营养学的新兴领域。这些内容代表了营养学研究的前沿，以帮助读者紧跟学科发展的步伐。

临床营养学的发展在很大程度上决定了未来医学实践的方向。随着人们对健康的重视以及精准医学的崛起，营养干预将越来越多地融入个体化医疗方案中。我们希望通过本书，培养一批具备深厚营养学知识和临床实践能力的专业人才，为推动健康管理和疾病治疗作出贡献。

本教材的编写得到了众多专家学者的支持与贡献。在此，我们向所有参与本教材撰写、审校和编辑工作的同仁表示诚挚的感谢。希望本教材能够成为您在临床营养学领域探索与实践中的良师益友，为您在医学事业中的进步与发展提供助力。

编 者
2024 年 10 月

目 录

第一篇 临床营养相关理论基础

第一章 临床营养发展史	1
第二章 营养物质消化吸收与代谢	7
第一节 食物的消化与吸收	7
第二节 蛋白质	9
第三节 脂类	13
第四节 碳水化合物	17
第五节 常量元素	20
第六节 微量元素	25
第七节 维生素	31
第八节 水	41
第九节 膳食纤维	42
第三章 肠道微生态与营养	44
第一节 肠道菌群构成及功能	44
第二节 肠道菌群与营养物质的代谢吸收	45
第三节 营养物质与肠道菌群	49
第四节 肠道菌群与营养相关疾病	52
第五节 肠道菌群的干预方式	55
第六节 肠道菌群对营养学发展的意义及其挑战和展望	56
第四章 营养与免疫	58
第一节 免疫系统概况	58
第二节 营养素与免疫功能	60
第三节 其他有关物质的免疫调节作用	63
第四节 营养、免疫与疾病	64
第五章 食物与药物的相互作用	66

第二篇 营养风险筛查与营养评估

第六章 营养筛查	72
第一节 营养风险筛查 2002	72
第二节 营养不良通用筛查工具	74
第七章 营养评估	76
第一节 概述	76
第二节 营养评价技术	77
第八章 营养诊断	87
第一节 概述	87
第二节 营养不良的诊断	87

第三节 GLIM 标准	89
-------------------	----

第三篇 临床营养治疗方法

第九章 临床营养治疗	93
第一节 概述	93
第二节 临床营养治疗途径选择一般原则	96
第十章 医院膳食	99
第一节 基本膳食	99
第二节 治疗膳食	103
第三节 试验膳食和代谢膳食	114
第四节 医院膳食管理	118
第十一章 肠内营养	121
第一节 肠内营养的概述与发展历程	121
第二节 肠内营养的适应证与禁忌证	122
第三节 肠内营养的实施方法	122
第四节 肠内营养制剂	127
第五节 肠内营养并发症及其防治	137
第六节 肠内营养的监测	140
第十二章 肠外营养	143
第一节 肠外营养的历史与发展	143
第二节 肠外营养的适应证与禁忌证	144
第三节 肠外营养的实施方法	146
第四节 肠外营养制剂组成与配制	152
第五节 肠外营养并发症及其防治	170
第六节 肠外营养的监测	179
第十三章 药膳	181
第十四章 中医食疗	207

第四篇 专科疾病的营养治疗

第十五章 呼吸系统疾病	223
第一节 概述	223
第二节 慢性阻塞性肺疾病	224
第三节 支气管哮喘	226
第四节 支气管扩张	228
第五节 肺部感染性疾病	230
第六节 间质性肺疾病	241
第七节 机械通气病人的营养支持	244
第十六章 心脑血管系统疾病	248
第一节 高血压	248
第二节 心力衰竭	249
第三节 冠状动脉粥样硬化性心脏病	251
第四节 血脂异常	254

第十七章 胃肠疾病	257
第一节 消化性溃疡.....	257
第二节 炎症性肠病.....	259
第三节 肠易激综合征.....	262
第四节 倾倒综合征.....	264
第五节 高输出综合征.....	265
第六节 短肠综合征.....	266
第七节 肠梗阻.....	268
第八节 肠痿.....	270
第十八章 肝脏疾病	273
第一节 概述.....	273
第二节 急性肝损伤.....	274
第三节 非酒精性脂肪性肝病.....	277
第四节 酒精性肝病.....	279
第五节 自身免疫性肝病.....	283
第六节 肝硬化及其常见并发症.....	288
第十九章 胆胰疾病	294
第一节 胆囊炎与胆石症.....	294
第二节 急性胰腺炎.....	298
第三节 慢性胰腺炎.....	302
第四节 胰痿.....	304
第二十章 肾脏疾病	307
第一节 肾小球肾炎和肾病综合征.....	307
第二节 急性肾衰竭.....	309
第三节 慢性肾脏病的营养治疗.....	311
第四节 透析患者的营养治疗.....	315
第二十一章 血液系统疾病	318
第一节 缺铁性贫血.....	318
第二节 巨幼细胞贫血.....	325
第三节 急性白血病.....	330
第二十二章 内分泌代谢性疾病	334
第一节 肥胖.....	334
第二节 糖尿病.....	340
第三节 高尿酸血症与痛风.....	351
第四节 甲状腺功能亢进、减退症.....	358
第二十三章 风湿免疫疾病	362
第一节 系统性红斑狼疮.....	362
第二节 骨关节炎.....	364
第三节 类风湿关节炎.....	366
第二十四章 神经系统疾病	369
第一节 概述.....	369
第二节 帕金森病.....	369
第三节 阿尔茨海默病.....	372
第四节 脑积水.....	375

第五节	脑卒中	376
第六节	颅内占位性病变	378
第二十五章	感染性疾病	384
第一节	败血症	384
第二节	病毒性肝炎	387
第三节	感染性腹泻	394
第四节	新冠感染	396
第二十六章	精神心理疾病	401
第一节	营养与精神心理疾病	401
第二节	抑郁障碍	402
第三节	焦虑障碍	405
第四节	精神分裂症	407
第五节	注意缺陷多动障碍	409
第六节	孤独症谱系障碍	411
第七节	物质使用障碍	413
第二十七章	围手术期营养管理	415
第一节	概述	415
第二节	围手术期患者营养代谢特点	417
第三节	围手术期营养治疗原则与实施	419
第四节	加速康复外科与围手术期营养支持	426
第二十八章	恶性肿瘤的营养支持	431
第一节	恶性肿瘤患者代谢特点	431
第二节	恶性肿瘤患者的膳食指导	433
第三节	放、化疗患者的营养支持	436
第四节	肿瘤恶病质的营养支持	440
第五节	肿瘤患者的营养教育	443
第二十九章	危重症患者的营养支持	445
第一节	危重症患者代谢特点和一般治疗原则	445
第二节	危重症患者营养治疗时机和路径	446
第三节	危重症患者营养需求	452
第三十章	创伤、烧伤患者的营养支持	455
第一节	创伤患者的营养特点	455
第二节	烧伤患者的营养特点	459
第三节	创伤和烧伤患者的营养治疗	460
第三十一章	器官移植患者营养支持	465
第一节	概述	465
第二节	营养状态的评估	465
第三节	肝移植的营养支持治疗	470
第四节	肾移植的营养支持治疗	474
第五节	心脏移植的营养支持治疗	479
第三十二章	儿科疾病的营养支持	484
第一节	小儿腹泻	484
第二节	儿童蛋白质-能量营养不良	488
第三节	儿童肥胖症	491

第四节	儿童糖尿病	495
第五节	遗传性代谢病	500
第三十三章	妇产科疾病的营养支持	511
第一节	多囊卵巢综合征	511
第二节	妊娠剧吐	517
第三节	妊娠期高血糖	524
第四节	妊娠期高血压疾病	528
第三十四章	老年疾病的营养支持	532
第一节	老年人生理特点及全程营养管理	532
第二节	老年人的肠内肠外营养支持治疗	536
第三节	老年重症患者的营养支持治疗	543
参考文献		550

第一篇 临床营养相关理论基础

第一章 临床营养发展史

一、临床营养学

营养学是研究食物中对人体有益的成分及人体摄取和利用这些成分以维持、促进健康的规律和机制的学科。

营养科学研究的核心是探索食物、营养素和人体健康之间的关系。从理论和应用发展的角度来说,营养学的研究概括为4个方面,一是研究食物、营养素及功能,包括食物组成、膳食结构和功能的研究,探讨在人类生命孕育、生长发育和老年等不同生命阶段,对健康和身体素质基础的维持、保健和保障。二是研究营养缺乏和疾病预防,包括发现疾病病因,寻找营养干预、治疗和促进健康的措施及内容。三是营养相关性疾病预防和治疗,如食物或营养素与慢性病的关系,营养评估和诊断,膳食调理、营养支持或治疗措施,康复和功能改善等临床应用新技术和新方法。四是公共营养和健康生活方式改善,包括营养教育、行为改善、食品标准、政策研究和健康促进等。

临床营养学(clinical nutrition)被定义为研究人体在疾病状态下的营养需求与供给的科学,即根据不同疾病病理生理状态和代谢变化以及循证医学的证据,通过个体化的营养干预措施,制订和调整能量及营养素摄入方案,以满足病人的营养需求,达到促进健康和治疗疾病的目的。其既有自身的理论体系,又与营养学和临床医学密切相关,通过提高病人营养状况、增强体质、提高机体抵抗力和耐受力,来降低病人发病率和死亡率、提高治愈率、延长病人寿命、提高病人生活质量等。因此,临床营养治疗是临床综合治疗工作中不可缺少的一部分,与医疗、护理并称“综合治疗”的三大手段。

临床营养与麻醉技术、抗生素、微创手术、器官移植技术已成为20世纪国内外公认的、现代外科的五大进展。临床营养支持治疗技术如肠外营养和肠内营养,已经应用50多年,挽救了无数胃肠功能衰竭或障碍的危重患者的生命。世界卫生组织(World Health Organization)发布的《2016—2025年营养愿景和行动》指出,营养是人类健康和发展的基础,而临床营养学则是实施该计划的关键领域之一。该计划强调通过优化饮食和增加营养素摄入来降低发病率,并突出其在管理慢性病和提供个性化营养建议中的重要性。

经过数十年的发展,人们对临床营养的研究越来越深入,认识到营养风险在临床上广泛存在,且与多种疾病的发展、进展和治疗结果密切相关。因此,营养支持治疗有很强的必要性,特别是对于危重病救治和慢性病伴有胃肠功能衰竭或严重障碍的患者,肠外营养和肠内营养凸显了其他疗法不可替代的支持治疗作用。

如今,临床营养学的角色已经从辅助的“支持”角色逐步转变为更加积极的“治疗”角色,这一转变反映了对营养作用深层次认识的演进。在此期间,我国逐渐搭建了较为完善的临床营养治疗体系,培养了较为成熟的营养支持团队,为疾病治疗提供了新的视角和策略。

二、临床营养学的发展

营养科学的演化经历了从公元前4世纪希波克拉底时的临床研究,到如今以分子生物学和遗传学为先导的独特的漫长历程。

古希腊医学家希波克拉底认为饮食是维持健康的重要因素,提出了“让食物成为你的药物,让药物成为你的食物”的观点。古罗马医学家盖伦认为食物的选择应该根据个体化的体质和疾病性质来进行,提出个体化的饮食建议。古代的营养知识和实践为现代临床营养学的发展奠定了基础。

在18世纪和19世纪,内科医生开始认识到维生素和氨基酸缺乏症的影响,而20世纪的病因学研究进一步推进了这一领域的发展。20世纪初期,科学家探索了通过静脉途径提供营养的可能性,这一时期的研究主要聚焦于了解人体对营养的基本需求及静脉输液的安全性方面。1911年,随着致热原的发现,静脉补液的安全性显著提高,为后续的静脉营养输注技术奠定了基础。在接下来的几十年里,随着输液技术的安全性提高和营养配方的不断优化,肠外营养治疗开始得到广泛的研究和应用。“静脉高营养”一词曾在历史上引发广泛关注,但随着对临床营养认识的不断深化,医学界意识到营养过度与营养缺乏都可能对机体代谢产生不利影响。因此,原有的“静脉高营养”概念被废弃,转而使用“肠外营养”这一术语,以更准确地描述这种营养支持方式。

20世纪60年代,尽管医学界已经认识到营养在患者管理中的重要性,但在胃肠功能受损的情况下,有效的营养支持仍然难以实现。当时,虽然已经存在葡萄糖、氨基酸和脂肪乳剂等静脉注射剂,但周围静脉难以耐受这些高渗透性和低pH液体,限制了营养输注的使用。1968年,美国外科医生杜德瑞克(Dudrick)和威尔莫尔(Wilmore)通过锁骨下中心静脉置管成功实施肠外营养(parenteral nutrition, PN),在动物模型和患有短肠综合征的婴儿中证明了其安全性和有效性,开创了肠外营养的新纪元。这一突破不仅促进了婴幼儿的生长发育,还确立了肠外营养在临床营养学中的重要地位,被誉为“人工胃肠”。在70年代,选择营养支持的“金标准”是“当病人需要营养时,优先考虑肠外营养”,当病人不能经口进食时,即开始给予腔静脉置管输注肠外营养制剂。

然而,随着腔静脉置管相关并发症如静脉栓塞、空气栓塞和脓毒症的发生率增加,医疗界开始探索使用周围静脉营养以减少这些风险。通过采用等渗氨基酸溶液、高浓度脂肪乳剂,以及经外周静脉穿刺的中心静脉导管(peripherally inserted central venous catheter, PICC)技术,周围静脉营养逐渐成为首选的营养支持方法。

进入20世纪80年代,人们对危重症和高应激患者的营养支持问题进行了更深入的研究。尽管人们尝试从营养液的量与质以及代谢干预措施两个方面寻求解决方案,但未能从根本上改善患者的营养状况。随着免疫学的发展,人们逐渐认识到肠黏膜屏障功能的重要性,以及肠内营养(enteral nutrition, EN)在维持肠黏膜健康和免疫功能中的作用。1991年《新英格兰医学杂志》(*New England Journal of Medicine*)的一项随机对照试验显示,术前无营养不良的患者接受肠外营养后,其临床结局并无改善,反而可能面临更高的感染风险。因此,营养支持的策略再次转变,肠外营养与肠内营养使用比例从20世纪70年代的9:1变为90年代的1:9,强调在肠道功能存在且可安全使用时优先考虑肠内营养。

后来,人们发现肠黏膜功能的维护并不需要提供按机体预计的全部营养量,达到40%~60%即可达到这一效果。并且,过量营养供给不仅无法被机体充分利用,还可能进一步导致代谢问题。因此,人们提出了低热量营养供给的概念。随着对这一理念的深入研究与实践,营养支持途径的“金标准”进一步演进为“全营养支持,首选肠内营养,必要时肠内营养与肠外营养联合应用”。营养支持途径的选择和应用经历了从初步的静脉营养到肠外营养,再到重视肠内营养和肠内外联合营养的逐步演变,这一过程不仅体现了医学技术的进步,也反映了对患者生理和代谢需求理解的深化。

21世纪,随着分子生物学和营养代谢学的发展,肠外营养开始向更加个体化和精准化的方向发展,研究重点包括优化营养液的配方、减少并发症、提高患者生活质量等。同时,家庭肠外营养(home parenteral nutrition, HPN)的概念和实践逐渐发展,使患者可以在家中继续接受营养支持,提高生活质量。

经过40余年的临床实践,人们对临床营养的认识有了明显的深化。初期,供给营养仅仅是为了给病人提供能量、蛋白质,而如今,营养支持除能维护氮平衡、保存去脂体重外,还具有免疫调控、减轻氧化应激、维护胃肠功能与结构、降低炎症反应的作用,从而维护细胞、组织器官的功能,

促进患者康复，大大提高了患者的生存率。未来的研究和实践应继续探索如何更有效地结合肠内营养和肠外营养，继续探索营养支持在各种疾病状态下的应用，最大限度地满足不同患者群体的营养需求（图 1-1）。

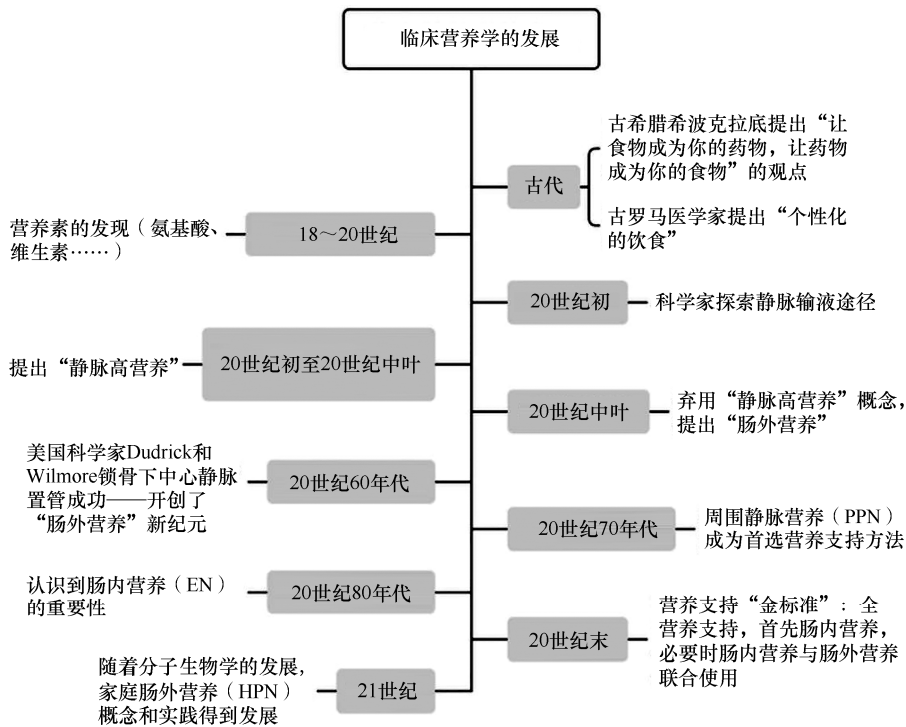


图 1-1 临床营养学的发展史

三、临床营养治疗体系的发展

1. 营养风险筛查、营养评价 营养状态直接影响患者的疾病预后、治疗响应及康复效率。因此，准确的营养风险筛查和营养评价是实施有效营养治疗的首要步骤。

营养风险筛查（nutritional risk screening）是指运用一系列的量表工具，快速确定患者是否存在营养风险。对于存在营养风险的患者，需实施进一步的营养评估，以尽早发现营养不良，制订营养干预方案，从而指导临床治疗、改善临床结局。

营养评价（nutritional assessment）是通过膳食调查、人体测量、临床检查、实验室检查及多项综合营养评价方法等手段，判定人体营养状况，确定营养不良的类型及程度，估计营养不良后果的危险性，并监测营养治疗的疗效。营养评价是一个多维度的过程，其中既有主观检查，也有客观检查，但还没有任何单一的检查指标能够准确地反映患者的整体营养状况。营养师通过综合应用多种营养评价方法，对患者进行全面的营养评估与诊断，旨在制定个性化、科学的营养治疗方案。加强营养评价与诊断的研究和实践，对于提升医疗服务质量、促进患者康复具有重要意义。

2. 肠内营养 是针对那些无法通过正常饮食摄入足够营养的个体，通过口服或管饲途径直接向胃肠道提供必需营养素的一种关键营养干预措施。该方法涉及使用特定的营养配方，只需经过有限的化学消化或无须消化就能被肠道黏膜有效吸收，从而满足患者的营养需求。原则上，只要病人存在胃肠道功能，就应该首选肠内营养。

肠内营养不仅为无法经口摄食的患者提供了必要的营养支持，更关键的是，在疾病代谢过程中，它能有效调整肠道微生物群落、改善肠道黏膜的结构与功能完整性。这种调控作用对维持机体内环

境稳定（内稳态）及预防器官衰竭具有重要意义。肠内营养既可作为短期的营养支持，从辅助患者过渡到能够通过口服摄入全部或部分营养；也可作为长期的营养维持，特别是对于那些长期无法通过口服满足营养需求的患者。此种营养干预的选择和持续时间需基于个体患者的具体情况和营养状态，以及其康复过程中的营养需求变化进行个性化考量和调整。

3. 肠外营养 是经静脉途径（非胃肠道途径）供应患者所需要的营养要素，包括碳水化合物、脂肪乳剂、必需氨基酸和非必需氨基酸、维生素、水和电解质及微量元素，目的是使患者在无法正常进食的状况下仍可以维持营养状况、体重增加和创伤愈合，幼儿可以继续生长、发育。肠外营养不仅能够有效救治外科手术、创伤、烧伤、肠功能障碍或衰竭危重症患者，在许多肿瘤、慢性病、老年共病等疑难病治疗中将发挥越来越重要的作用。

根据患者营养需要的满足程度，可将肠外营养分为完全肠外营养（total parenteral nutrition, TPN）和部分肠外营养（partial parenteral nutrition）。前者是指患者需要的所有营养物质都由静脉途径输入；后者则只是部分输入，其余部分营养物质可能通过经肠途径（口服或管饲）补充。根据置管方式还可将肠外营养分为中心静脉营养（central venous nutrition, CVN）和周围静脉营养（peripheral parenteral nutrition, PPN）两种。前者多从上腔静脉穿刺置管，后者多从外周静脉穿刺置管。

四、营养支持团队的发展

营养支持团队（nutrition support team, NST）在提供综合性营养护理及促进患者健康复原方面发挥着不可替代的作用。这些团队通过跨学科的合作与知识共享，显著提升了医疗机构的运营效率及服务质量。专业的营养支持团队能够优化工作流程和资源配置，从而提高工作效率，缩短患者住院时间，并显著降低并发症的风险。

营养支持团队的历史可追溯至二战期间，当时因战争导致的广泛伤病和普遍饥饿问题，迫切需要营养支持服务。随着科学技术的飞速发展和营养学研究的深入，营养支持团队逐步成型。至 20 世纪 70 年代到 80 年代初期，营养支持团队开始在医疗领域得到广泛认可和推广。

随着肠内外营养技术的发展，营养支持团队承担着提供个性化营养方案、专业营养指导、全面检测支持及教育培训的重任，以确保患者得到全方位的营养支持，促进健康恢复。这不仅对健康工作者提出了更高的专业要求，同时也推动了临床营养实践方法的专业化发展。随着医学研究的深入和临床实践的不断完善，营养支持团队在提升患者治疗效果和生活质量方面的作用愈发凸显，成为现代医疗体系中不可或缺的一部分。

营养支持团队是由跨学科专业人员组成的多学科团队，包括但不限于营养师、医生、护士、药师和其他专业健康护理人员，他们共同致力于评估患者的营养状况，满足其营养需求，并通过综合性护理促进患者的快速康复。

（一）临床营养师

临床营养师是营养支持团队的核心成员，负责评估患者的营养状况，并根据患者的特定需求制订个性化的营养方案。他们监测患者的进食情况和营养摄入，确保患者获得必要的营养支持。此外，营养师参与制定营养治疗方案，包括治疗膳食、肠内营养、肠外营养的选择和配制，以及对患者进行营养教育和宣教工作。

（二）临床医生

临床医生与营养师紧密合作，负责诊断和治疗患者的基础疾病。他们根据患者的病情和营养状况，制订并实施营养治疗计划，选择适宜的肠内营养或肠外营养支持治疗途径，并监测患者的病情进展，根据需要进行治疗方案的调整。

（三）药剂师

药剂师在营养支持团队中负责评估患者的药物治疗方案，并提供药物管理和咨询服务。他们与医生和营养师合作，确保药物治疗与营养方案的协调一致性，监测患者的药物副作用和相互作用，以保证患者的用药安全和药物的疗效。

（四）临床护士

临床护士负责直接监测和观察肠内营养或肠外营养治疗实施过程中患者的反应。他们汇总和录入营养治疗医嘱，确保营养治疗医嘱的有效执行，监测患者的病情和营养摄入情况，提供必要的护理和支持，并参与科室的医院感染预防与控制工作。

（五）营养技师

营养技师在临床营养科中扮演着重要角色，负责营养治疗的具体操作，如体格测量、实验室生化指标检测、营养素摄入量的计算、营养食谱编制等。他们负责根据营养治疗医嘱配制肠内营养制剂及编制治疗膳食食谱，完成对营养治疗产品及食材的加工处理，并确保营养治疗的质量控制。

营养支持团队的核心目标是通过协同工作，确保患者获得科学、个性化且连续的营养支持。临床营养科的有效运作依赖于团队成员之间的沟通与协调，以及对患者和医务人员的持续教育和培训。这种跨学科合作模式不仅有助于提高患者的治疗效果，还为医疗机构带来了更高的服务效率和质量。

五、中国临床营养的发展

中国的临床营养有着悠久的历史，古代医学文献中包含了丰富的营养知识和饮食指导。例如《黄帝内经》详细记载了饮食调理的原则，《本草纲目》也对各种食物的药用价值和功效进行了系统介绍。这些经典著作反映了古代中国人对于营养与健康关系的深刻理解和应用，为现代临床营养学的进步提供了宝贵的知识基础。

中国现代临床营养学起源于20世纪20年代初期，最初仅在少数教会医院开展。新中国成立后，我国在20世纪50年代培养了一批临床营养专业人才，为学科发展奠定了坚实的基础。80年代中期，随着卫生部《关于加强临床营养工作的意见》的发布，临床营养在部分地区获得发展，数所部属重点医科大学成立了医学营养系，专业人才培养体系逐渐建立。到了90年代中期，随着医院等级评审的实施，三级医院设置临床营养科成为标准，进一步促进了学科的发展。

进入21世纪，中国的临床营养学进入了高质量发展时期。2007年，中国医师协会营养医师专业委员会成立，2009年卫生部印发了《卫生部医政司关于开展临床营养科设置试点工作的通知》和《临床营养科建设与管理指南》（已撤销），要求三级医院和具备条件的二级医院设立临床营养科，从此拉开全国临床营养科高速发展的序幕。继天津、上海建立临床营养质控中心之后，2010年各省市质控中心相继成立，组织开展规范化临床营养诊疗路径。

2011年，卫生部颁布《三级综合医院评审标准实施细则（2011年版）》，丰富了临床营养学科的各项质量评价指标，促进科室向“以医疗型为主”的规范发展。2016年，中共中央、国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》，营养成为全面健康的重要课题，促进健康的制度体系更加完善。2017年《国民营养计划（2017—2030年）》的出台，更是有力推动了临床营养行动的实施。2022年，国家卫生健康委颁布《临床营养科建设与管理指南（试行）》，明确科室为医疗机构内独立开展临床营养诊疗服务的临床科室，名称统一为临床营养科，正式开启临床营养高质量发展的新时代。

目前，经过几代人的共同努力，临床营养已经形成了一个完整的学科体系，并建立了相应专业的医师队伍。随着临床营养质控中心的成立，临床营养的规范化建设得到了更好的推进。临床营养

已逐步融入临床各专科领域，成为不可或缺的治疗手段，显著提升了治疗效果。临床营养的发展之路是漫长而曲折的，但是其发展空间巨大。相信在政策的支持、临床营养人员的共同努力下，临床营养学必将继续壮大和完善，形成一个可持续发展的学科体系（图 1-2）。

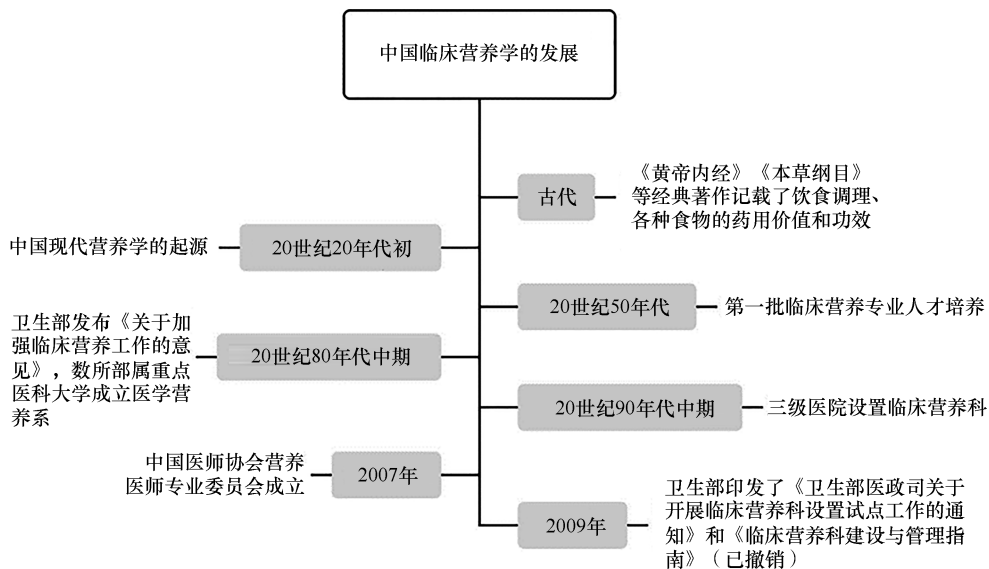


图 1-2 中国临床营养学的发展

（涂 蕾）

第二章

营养物质消化吸收与代谢

第一节 食物的消化与吸收

食物摄入后，需要在消化道内被加工处理，形成小分子物质后才能够被人体吸收，这个过程称为消化，由消化道、消化腺等共同完成。根据消化过程的进行方式，可以分为机械消化和化学消化。其中，机械消化是食物由大块变成小块、与消化液充分混匀的过程。化学消化是在消化酶的作用下，大分子变成小分子的过程。经过消化的食物变成了小分子物质，由消化道进入血液或者淋巴系统，这一过程称为吸收。

一、消化系统的构成

消化系统的构成见图 2-1。

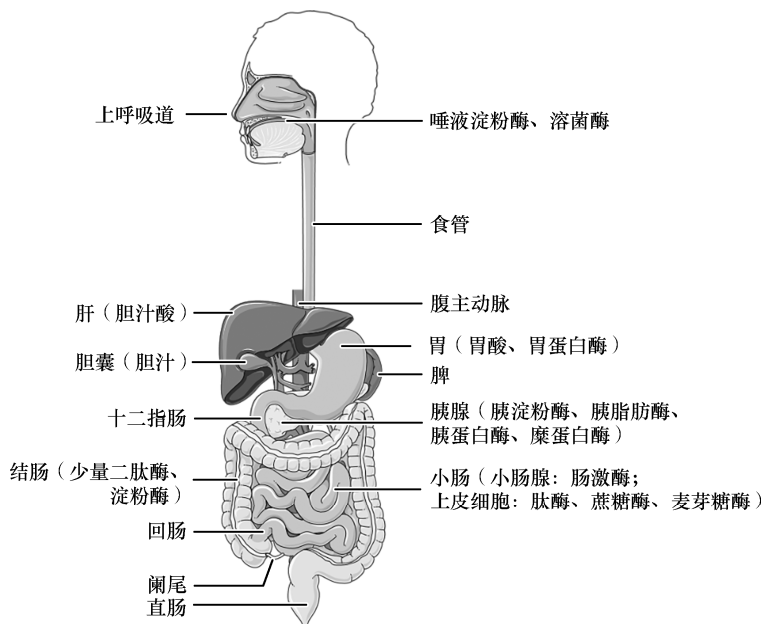


图 2-1 消化系统的构成及消化酶

（一）口腔

口腔位于消化道的起点，包括牙齿、舌、唾液腺参与消化过程。

1. 牙齿 咀嚼是食物消化的第一步，可以将食物有效地从大块变为小块。

2. 舌 进食时舌的搅拌有效地促进食物与唾液混合，将食物从口腔向咽部推进，与此同时感受食物的味道。

3. 唾液腺 包括腮腺、舌下腺、下颌下腺及散在的小唾液腺。唾液腺分泌唾液，其中水分约占 99% 以上，还含有黏蛋白、唾液淀粉酶、溶菌酶、无机盐等。

唾液的作用：①与食物混合，溶解食物中部分物质引起味觉；②湿润食物，便于吞咽；③唾液中的淀粉酶可以在口腔内初步对淀粉进行分解，尽管作用很弱，但为后续消化吸收过程提供重要准备；④清洁口腔，提供保护功能。

（二）咽和食管

咽位于口腔、鼻腔、喉与气管、食管的连接处，是食物进入食管、空气进入气管的“十字路口”。吞咽食物时，咽部肌肉运动封闭气管开口，使食物顺利进入食管，避免呛咳。食物进入食管后，推进运输至胃以进一步消化。

（三）胃

胃上端通过贲门与食管相连，下端通过幽门与十二指肠相接。胃具有丰富的肌性结构，具有较强的动力功能。胃内的黏膜层可以分泌胃液帮助消化。

1. 胃的动力

（1）容受性舒张：胃在空腹与充盈状态下，体积变化较大，是消化道膨胀比例最大的器官，充盈时可达 1~1.5L。胃的容受性舒张功能便于进食时食物大量涌入储存。

（2）紧张性收缩：食物进入胃后，胃的紧张性收缩有利于研磨食物，使胃液与食团充分混匀。

（3）蠕动：帮助胃液与食物充分混匀、协助胃内消化的同时，以最适合小肠消化吸收的速度向小肠推进食物。

2. 胃液 呈酸性，pH 为 1.0~1.5，包含胃酸、胃蛋白酶、黏液和内因子。胃酸是由胃黏膜壁细胞分泌的 HCl，可以激活胃蛋白酶原，将其转化为具有消化功能的胃蛋白酶。胃酸的酸性环境可以促进蛋白质变性，是胃蛋白酶最适宜的 pH 水平，使蛋白质容易消化；有利于钙、铁等元素的解离与吸收；尽可能杀灭进入消化道的微生物。

胃蛋白酶在酸性环境下由胃黏膜主细胞分泌的胃蛋白酶原转化而成，在酸性环境下具备最高的消化效率，将蛋白质初步分解成多肽，在进入小肠弱碱性环境后失活。

黏液是覆盖着胃黏膜表面的凝胶层，主要成分是糖蛋白，呈中性或偏碱性。胃黏液在胃内形成有效的保护，在胃黏膜表面形成物理阻隔，隔绝胃酸对胃黏膜的损伤。同时，其较高的 pH 使黏液部分的胃蛋白酶失活，阻止了胃蛋白酶对胃自身的损伤。

内因子是胃黏膜壁细胞分泌，与维生素 B₁₂ 形成复合体，促进回肠上皮细胞吸收维生素 B₁₂。

（四）小肠

小肠是食物消化和吸收最主要的器官，由上到下分为十二指肠、空肠和回肠，长达 5~7m。在十二指肠有胆总管的开口，肝脏分泌的胆汁和胰腺分泌的胰液由此进入小肠。小肠内的消化液包括胰液、胆汁和肠液。

1. 胰液 是胰腺分泌的弱碱性消化液，pH 为 7.8~8.4，包括胰淀粉酶、脂肪酶和蛋白酶，是营养物质消化的最重要消化酶来源之一。

2. 胆汁 由肝脏合成分泌，储存于胆囊，含有胆盐、胆色素、脂肪酸、胆固醇和无机盐等。其中胆盐可以激活胰脂肪酶，使胰液充分发挥脂肪消化分解作用。胆汁成分还可以乳化脂肪，使之形成分散的小微粒，促进脂肪的消化与吸收，并间接促进脂溶性维生素的吸收。

3. 肠液 小肠中散在分泌肠液的腺体，pH 约为 7.6，包含可以激活胰蛋白酶原的肠致活酶，还包括氨基肽酶、麦芽糖酶、乳糖酶、蔗糖酶和碳酸氢盐等。

（五）大肠

一般来说，大肠不进行消化，主要作用为吸收水分和无机盐，暂时储存消化后的食物残渣。

二、食物的吸收

(一) 食物的吸收部位

小肠上端(包括十二指肠和空肠)是食物吸收的主要部位,回肠可以作为重要的代偿部位。大肠主要吸收水分和无机盐。在小肠内壁,形成环状褶皱,黏膜表面存在发达的绒毛和微绒毛结构,使得小肠的吸收面积高达 200m^2 。

(二) 食物的吸收形式

1. 被动扩散 物质透过细胞膜的被动扩散依赖于浓度梯度,既不借助载体,也不消耗能量。由于细胞膜为磷脂双分子层,脂溶性物质更容易顺浓度梯度进入细胞内,分子越小、溶解度越高、浓度梯度越大越容易吸收。

2. 易化扩散 一些非脂溶性物质,包括钠、钾、葡萄糖、氨基酸等,不能自行透过脂质双分子层。在小肠黏膜细胞表面,存在一类膜蛋白作为载体,可以帮助上述物质顺浓度梯度进入细胞内,完成吸收过程。

3. 主动运输 有些营养物质不一定是顺浓度梯度,但仍然需要完成吸收过程。在细胞膜上特异性载体的帮助下,可以逆浓度梯度完成的营养物质运输过程,称为主动运输。主动运输过程中,需要有酶的催化,消耗能量。

第二节 蛋 白 质

蛋白质是一切生命的物质基础,没有蛋白质就没有生命,可见蛋白质是人体最重要的营养素之一。

正常人体内,16%~19%是蛋白质。人体内的蛋白质始终处于不断分解与合成的动态平衡过程中,总体来说,人体内,每天约有3%的蛋白质被更新。

一、蛋白质的组成

蛋白质的初步水解产物是肽,完全水解产物是氨基酸,主要构成元素包括碳、氢、氧、氮、硫等。由于碳水化合物和脂肪中不含氮,所以蛋白质是人体氮的唯一来源。大多数蛋白质含氮量基本接近,平均为16%,可以据此通过样品中氮含量估计蛋白质含量。

根据蛋白质的营养价值可以分为完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质三类。

(一) 完全蛋白质

完全蛋白质所含必需氨基酸种类齐全、数量足够、比例适当,能够充分维持机体健康、满足儿童生长发育,如酪蛋白、乳清蛋白、卵白蛋白、白蛋白、大豆蛋白、麦谷蛋白等。

(二) 半完全蛋白质

半完全蛋白质所含必需氨基酸种类齐全,但部分氨基酸数量不足,比例不当,可以维持生命,但不能满足儿童生长发育需求,如麦胶蛋白等。

(三) 不完全蛋白质

不完全蛋白质所含必需氨基酸种类不全,单独摄入不能维持生命,如玉米胶蛋白、胶原蛋白等。

二、氨基酸

蛋白质是由氨基酸以肽键的形式连接在一起所组成的具有空间结构的大分子。由于其氨基酸的种类、数量、排列层次和空间结构千差万别，蛋白质的功能也各有不同。对于最基本的组成——氨基酸而言，构成人体蛋白质的约有 20 种。蛋白质水解的次级结构称为肽，其中 10 个以上氨基酸的肽称为多肽，含有 3 个或 2 个氨基酸的肽分别称为三肽和二肽，10 个以下氨基酸组成的肽称为寡肽。

（一）氨基酸的化学结构

氨基酸是组成蛋白质的最基本单位，具有共同的基本结构。构成人体蛋白质的氨基酸同时具备氨基和羧基，其中羧酸分子的 α 碳原子上的一个氢被氨基取代，所以又被称为 α -氨基酸。

根据构成人体蛋白质的氨基酸分子侧链结构的不同，分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环氨基酸。

1. **脂肪族氨基酸** 包括甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、丝氨酸、苏氨酸、半胱氨酸、甲硫氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、天冬氨酸、谷氨酸、精氨酸、赖氨酸。

2. **芳香族氨基酸** 包括苯丙氨酸、酪氨酸。

3. **杂环氨基酸** 包括脯氨酸、组氨酸、色氨酸。

其中，天冬氨酸和谷氨酸具备两个酸性的羧基，称为酸性氨基酸；精氨酸和赖氨酸具备两个碱性的氨基，组氨酸的含氮杂环具有微碱性，三者称为碱性氨基酸。其他氨基酸通常称为中性氨基酸。

（二）必需氨基酸

必需氨基酸是指人体不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中获得的氨基酸。在构成人体蛋白质的 20 种氨基酸中，9 种为必需氨基酸，包括异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸和组氨酸，其中组氨酸是婴幼儿必需氨基酸。半胱氨酸和酪氨酸在体内分别由甲硫氨酸和苯丙氨酸转变而成，如果膳食中能直接提供这两种氨基酸，则人体对甲硫氨酸和苯丙氨酸的需要可分别减少 30% 和 50%。所以半胱氨酸和酪氨酸这类可减少人体对某些必需氨基酸需要量的氨基酸，称为条件必需氨基酸或半必需氨基酸。在计算食物必需氨基酸组成时，往往将半胱氨酸和甲硫氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸合并计算。

（三）氨基酸模式和限制氨基酸

1. **氨基酸模式** 人体蛋白质及各种食物蛋白质，在必需氨基酸的种类和含量上存在着差异，在营养学上是用氨基酸模式来反映这种差异，即某种蛋白质中，各种必需氨基酸的构成比例。其计算方法是将该种蛋白质中的色氨酸含量（作为分母）定为 1，分别计算出其他必需氨基酸的相应比值。

2. **限制氨基酸** 当食物蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质的氨基酸模式越接近时，必需氨基酸被人体利用的程度就越高，食物蛋白质的营养价值也就越高。例如，动物蛋白中蛋、奶、肉、鱼以及大豆蛋白，被称为优质蛋白。其中，鸡蛋蛋白质与人体蛋白质氨基酸模式最为接近，在实验中常以此作为参考蛋白（可以用来测定其他蛋白质质量的标准蛋白）。反之，食物中蛋白质如果一种或者几种必需氨基酸相对含量较低，则会导致其他必需氨基酸在体内不能被充分利用而浪费，造成营养价值的降低。其中，含量最低的称为第一限制氨基酸，其余依此类推。

植物蛋白中赖氨酸、甲硫氨酸、苏氨酸和色氨酸含量相对较低，往往将两种或多种食物混合食用，起到互相补充的作用。这种不同食物间必需氨基酸相互补充不足的作用称为蛋白质的互补作用。

三、蛋白质的功能

（一）构成和修复组织

蛋白质是构成人体组织和器官的物质基础，任何人体的组织和器官，都离不开蛋白质。人体的